

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-284238

(43)Date of publication of application : 12.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
 G03F 7/20
 H01P 1/04
 H01P 1/08
 H01S 3/225
 H05H 1/46
 // H01L 21/205
 H01L 21/3065

(21)Application number : 2000-099837

(71)Applicant : OMI TADAHIRO
KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 31.03.2000

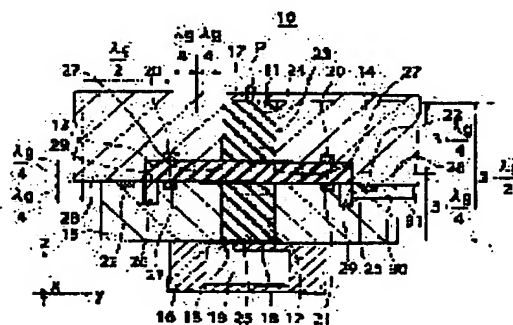
(72)Inventor : OMI TADAHIRO
SHINOHARA HISAKUNI
HIRAYAMA MASAKI
TAKEHISA KIWAMU
ITO TAKASHI

(54) ELECTROMAGNETIC WAVE TRANSMISSION DEVICE, ELECTROMAGNETIC WAVE RESONANCE DEVICE, PLASMA PROCESSING DEVICE, EXPOSURE SYSTEM, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electromagnetic resonance device small in dead space, simple in structure, capable of preventing sealing members from being deformed, hardened, and damaged by protecting them against microwaves.

SOLUTION: An electromagnetic resonance device is equipped with dielectric blocks 12 and 11, a dielectric block 13 provided with a mounting flange, a holding member 15 which holds the dielectric block 12 and is provided with a terminating face 26 which terminates as leakage electromagnetic waves, and a sealing means 20 provided between the flange of the dielectric block 13 and the holding member 14. Provided that the guide wavelength of microwaves is represented by λ_g , the electric length of a homogenized line 23 is set as an integer times as long as $\lambda_g/2$, an electric length between the sealing member 20 and the terminating face 26 is set as an even number times as long as $\lambda_g/4$, and an electric length between the homogenized line 23 and the terminating face 26 is set as an even number times as long as $\lambda_g/4$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-284238

(P2001-284238A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 0 2 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 2		5 0 5 5 F 0 0 4
	5 0 5	H 0 1 P 1/04	5 F 0 4 5
H 0 1 P 1/04		1/08	5 F 0 4 6
1/08		H 0 5 H 1/46	B 5 F 0 7 1

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-99837 (P2000-99837)

(22) 出願日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(71) 出願人 000205041

大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2の1の17の301

(74) 代理人 100110777

弁理士 宇都宮 正明 (外1名)

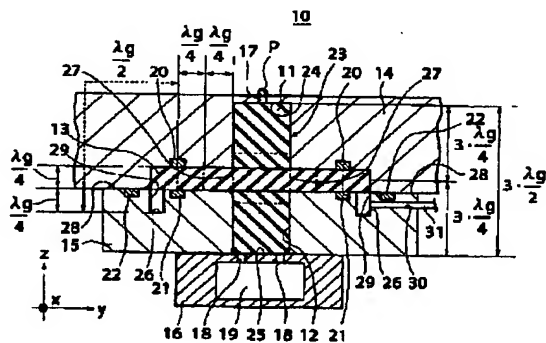
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁波伝送装置、電磁波共振装置、プラズマ処理装置、露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 デッドスペースが小さく、装置の構造が簡単であると共に、マイクロ波からシール部材を電磁波から保護してシール部材の変形・硬化・破損を防止できる電磁波共振装置等を提供する。

【解決手段】 誘電体ブロック12と、誘電体ブロック11と、取り付け用のフランジ部を有する誘電体ブロック13と、誘電体ブロック12を保持すると共に漏洩電磁波を終端する終端面26を有する保持部材15と、誘電体ブロック11を保持する保持部材14と、誘電体ブロック13のフランジ部と保持部材14との間に設けられたシール手段20とを具備しており、マイクロ波の管内波長を λ_g で表わすとき、均一化線路23の電気長が $\lambda_g/2$ の整数倍に設定されており、シール部材20と終端面26との間の電気長が $\lambda_g/4$ の偶数倍に設定されており、均一化線路23と終端面26との間の電気長が $\lambda_g/4$ の偶数倍に設定されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 大気雰囲気側に設けられた導波手段からガス雰囲気側へと延びる伝送導波路に沿って電磁波を送る電磁波伝送装置であって、大気雰囲気側に配置され、前記伝送導波路の一部を形成する第 1 の誘電体ブロックと、ガス雰囲気側に配置され、前記伝送導波路の一部を形成する第 2 の誘電体ブロックと、前記第 1 の誘電体ブロックと前記第 2 の誘電体ブロックとの間に配置され、前記伝送導波路の一部を形成する部分と、取り付け用のフランジ部とを有する第 3 の誘電体ブロックと、前記第 1 の誘電体ブロックを保持すると共に、前記伝送導波路から漏洩する電磁波を終端する終端面を有する第 1 の保持部材と、前記第 2 の誘電体ブロックを保持する第 2 の保持部材と、前記第 3 の誘電体ブロックのフランジ部と前記第 2 の保持部材との間に設けられたシール手段と、を具備しており、電磁波の管内波長を λ で表わすとき、前記シール手段と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されており、前記伝送導波路と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されていることを特徴とする前記電磁波伝送装置。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 の保持部材間の境界面と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の電磁波伝送装置。

【請求項 3】 前記第 3 の誘電体ブロックのフランジ部と前記第 1 の保持部材との間に設けられた第 2 のシール手段であって、前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定された前記第 2 のシール手段と、前記第 1 及び第 2 の保持部材間に設けられた第 3 のシール手段と、をさらに具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電磁波伝送装置。

【請求項 4】 前記電磁波がマイクロ波であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の電磁波伝送装置。

【請求項 5】 大気雰囲気側に設けられた導波手段からガス雰囲気側へと延びる共振導波路で電磁波を共振させる電磁波共振装置であって、大気雰囲気側に配置され、前記共振導波路の一部を形成する第 1 の誘電体ブロックと、ガス雰囲気側に配置され、前記共振導波路の一部を形成する第 2 の誘電体ブロックと、前記第 1 の誘電体ブロックと前記第 2 の誘電体ブロックとの間に配置され、前記共振導波路の一部を形成する部分と、取り付け用のフランジ部とを有する第 3 の誘電体ブロックと、

前記第 1 の誘電体ブロックを保持すると共に、前記共振導波路から漏洩する電磁波を終端する終端面を有する第 1 の保持部材と、

前記第 2 の誘電体ブロックを保持する第 2 の保持部材と、

前記第 3 の誘電体ブロックのフランジ部と前記第 2 の保持部材との間に設けられたシール手段と、を具備しており、

電磁波の管内波長を λ で表わすとき、前記共振導波路の電気長が $\lambda/2$ の整数倍に設定されており、前記シール手段と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されており、前記共振導波路と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されていることを特徴とする前記電磁波共振装置。

【請求項 6】 前記第 1 及び第 2 の保持部材間の境界面と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されていることを特徴とする請求項 5 記載の電磁波共振装置。

【請求項 7】 前記共振導波路の一方の終端面と前記第 3 の誘電体ブロックとの間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されており、前記共振導波路の他方の終端面と前記第 3 の誘電体ブロックとの間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されていることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の電磁波共振装置。

【請求項 8】 前記第 3 の誘電体ブロックのフランジ部と前記第 1 の保持部材との間に設けられた第 2 のシール手段であって、前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定された前記第 2 のシール手段と、前記第 1 及び第 2 の保持部材間に設けられた第 3 のシール手段と、をさらに具備することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか一項記載の電磁波共振装置。

【請求項 9】 前記電磁波がマイクロ波であることを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか一項記載の電磁波共振装置。

【請求項 10】 請求項 5 乃至 9 のいずれか一項記載の電磁波共振装置と、前記電磁波共振装置内に電磁波を導入するアンテナ手段と、共振した電磁波によりプラズマを発生し、プラズマを利用した基板表面処理が行われるプラズマチャンバと、を具備することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 11】 レーザを放射するレーザ光源と、前記レーザ光源から放射されたレーザを所望のパターンが形成されたレチクルに照明する照明光学系と、前記レチクルを透過してパターン化された光を基板上に結像させる投影光学系と、前記基板を保持して固定する手段と、を具備しており、前記レーザ光源は、請求項 5 乃至 9 のいずれか一項記載の電磁波共振装置と、

前記電磁波共振装置内に電磁波を導入するアンテナ手段

と、共振した電磁波によりプラズマを発生し、プラズマを利用してレーザ光を励起するレーザチャンバと、前記レーザチャンバの前後でレーザ光を共振させる共振系と、を具備することを特徴とする露光装置。

【請求項 12】 前記レーザ光源がエキシマレーザ光源であることを特徴とする請求項 11 記載の露光装置。

【請求項 13】 請求項 10 記載のプラズマ処理装置を用いて基板に表面処理を施す工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 14】 請求項 11 又は 12 記載の露光装置を用いて基板に露光処理を施す工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大気雰囲気側に設けられた導波手段からガス雰囲気側へと延びる伝送導波路に沿って電磁波を伝送する電磁波共振装置や、大気雰囲気側に設けられた導波手段からガス雰囲気側へと延びる共振導波路で電磁波を共振させる電磁波共振装置に関する。また、このような電磁波共振装置を含んだプラズマ処理装置、露光装置に関する。さらに、このようなプラズマ処理装置と露光装置とを利用したデバイスの製造方法に関する。尚、本明細書では、電磁波の伝播路に沿って誘電体も考慮した長さを電気長と称している。

【0002】

【従来の技術】マイクロ波を利用するプラズマ処理装置等では、マイクロ波の供給用の導波管の一部に誘電体板を用いたシール用のフランジ等を用いるシール方式が多用されている。このプラズマ処理装置等には、マイクロ波は通す一方、真空は封止する導入窓の設置が必須とされている。この導入窓は通常絶縁体の一種であるセラミックス・テフロン（登録商標）等を用いるため、チャンバのフレームとの境界では、フッ素系ゴム等を用いたＯリング等の比較的軟らかい材質の部材を用いたシールが必ず行われる。このようなプラズマ処理装置は、特に超微細加工及び高洗浄処理が求められる半導体産業において、ＣＶＤや直接酸化・窒化等に应用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のシール方式では、シール部材の保護のためにフランジを導波管よりも大きく設計する必要があったために、装置の大型化を避けられずにデッドスペースが大きくなってしまふ。また、マイクロ波の導入窓以外の部位でもシールが必要であると共に、チャンバに至る全ての導波管に対してリークフリー構造にする必要があるため、装置の構造が複雑になってしまう。

【0004】さらに、フランジはＯリング等に対するマイクロ波からの保護が不完全であり、特に、マイクロ波の供給用の導波管等が共振系を構成する場合には、シール

ル部材に対するマイクロ波からの保護が困難であった。従って、シール部材は通常マイクロ波の照射に弱いことから、マイクロ波に照射されたシール部材から微小粉塵や蒸発ガスが放射されたり、Ｏリング等がマイクロ波に照射されて変形・硬化・破損等の形而変化を誘発することがあった。

【0005】特に、半導体生産に使用されるチャンバは高真空度・高洗浄度であることが要求されるため、従来のシール方式を採用することにより、マイクロ波に照射されたシール部材から放射された微小粉塵や蒸発ガスにチャンバ内が汚染されてしまうという問題があった。また、シール部材がマイクロ波に照射されて変形・硬化することにより、長期信頼性に影響を与えてしまうという問題があった。さらに、シール部材がマイクロ波に照射されて破損することにより、真空の破れ、特種ガスの漏洩事故の発生、生産ライン全体の停止等を招いてしまうという問題があった。従って、ラインの停止が多大な損害を生む半導体産業では、マイクロ波を利用するプラズマ処理装置のシール耐久性や安全性の向上が望まれている。

【0006】同様に、フッ素等の極めて活性なガスを用い、極めて不純物に対する感度が高いエキシマレーザのようなレーザ光源に対して従来のシール方式を採用した場合には、高洗浄等の必要な性能や耐久性を満たすことができなかった。

【0007】上記事情に鑑みて、本発明は、デッドスペースが小さく、装置の構造が簡単であると共に、マイクロ波からシール部材を電磁波から保護してシール部材の変形・硬化・破損を防止できる電磁波伝送装置、電磁波共振装置を提供することを目的とする。また、本発明は、高洗浄性を有すると共に、耐久性・安全性の向上を図ることができるプラズマ処理装置、露光装置を提供することを目的とする。さらに、デバイスの生産工程が改善されて生産性を向上することができるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の電磁波伝送装置は、大気雰囲気側に設けられた導波手段からガス雰囲気側へと延びる伝送導波路に沿って電磁波を伝送する電磁波伝送装置であって、大気雰囲気側に配置され、伝送導波路の一部を形成する第１の誘電体ブロックと、ガス雰囲気側に配置され、伝送導波路の一部を形成する第２の誘電体ブロックと、第１の誘電体ブロックと第２の誘電体ブロックとの間に配置され、伝送導波管路の一部を形成する部分と、取り付け用のフランジ部とを有する第３の誘電体ブロックと、第１の誘電体ブロックを保持すると共に、伝送導波路から漏洩する電磁波を終端する終端面を有する第１の保持部材と、第２の誘電体ブロックを保持する第２の保持部材と、第３の誘電体ブロックのフランジ部と第２の保持部

材との間に設けられたシール手段とを具備しており、電磁波の管内波長を λ で表わすとき、シール手段と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されており、伝送導波路と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されている。

【0009】上記発明によれば、デッドスペースを小さくできると共に、構造を簡単にできる。また、シール手段と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されているので、シール手段に照射される電磁波の電界強度が最小となって、シール手段での誘電損失を抑制でき、シール手段での微小粉塵・蒸発ガスの発生、シール部材の変形・硬化・破損を防止できる。さらに、伝送導波路と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されているので、電磁波が伝送導波路から終端面に漏れるのを防止できる。

【0010】上記発明においては、第1及び第2の保持部材間の境界面と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されていることが好ましい。この場合には、電磁波が第1及び第2の保持部材間の境界面に沿って外部に漏れるのを防止できる。

【0011】また、上記発明においては、第3の誘電体ブロックのフランジ部と第1の保持部材との間に設けられた第2のシール手段であって、終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定された第2のシール手段と、第1及び第2の保持部材間に設けられた第3のシール手段とをさらに具備することが好ましい。この場合には、第1及び第2のシール手段により、ガス雰囲気と大気雰囲気が隔離されているため、一方のシール手段が破損した場合であっても、他方のシール手段によりシール性を維持できる。また、第3のシール手段により、第1及び第2の保持部材間の境界面でのガス漏れ・大気浸入を防止できる。

【0012】以上の発明においては、電磁波の一例としてマイクロ波を利用できる。

【0013】また、本発明の電磁波共振装置は、大気雰囲気側に設けられた導波手段からガス雰囲気側へと延びる共振導波路で電磁波を共振させる電磁波共振装置であって、大気雰囲気側に配置され、共振導波路の一部を形成する第1の誘電体ブロックと、ガス雰囲気側に配置され、共振導波路の一部を形成する第2の誘電体ブロックと、第1の誘電体ブロックと第2の誘電体ブロックとの間に配置され、共振導波路の一部を形成する部分と、取り付け用のフランジ部とを有する第3の誘電体ブロックと、第1の誘電体ブロックを保持すると共に、共振導波路から漏洩する電磁波を終端する終端面を有する第1の保持部材と、第2の誘電体ブロックを保持する第2の保持部材と、第3の誘電体ブロックのフランジ部と第2の保持部材との間に設けられたシール手段とを具備しており、電磁波の管内波長を λ で表わすとき、共振導波路の電気長が $\lambda/2$ の整数倍に設定されており、シール

手段と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されており、共振導波路と前記終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されている。

【0014】上記発明によれば、デッドスペースを小さくできると共に、構造を簡単にできる。また、シール手段と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定されているので、シール手段に照射される電磁波の電界強度が最小となって、シール手段での誘電損失を抑制でき、シール手段での微小粉塵・蒸発ガスの発生、シール部材の変形・硬化・破損を防止できる。さらに、伝送導波路と終端面との間の電気長が $\lambda/2$ の整数倍に設定されているので、電磁波が伝送導波路から終端面に漏れるのを防止できる。

【0015】上記発明においては、第1及び第2の保持部材間の境界面と終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されていることが好ましい。この場合には、電磁波が第1及び第2の保持部材間の境界面に沿って外部に漏れるのを防止できる。

【0016】また、上記発明においては、共振導波路の一方の終端面と第3の誘電体ブロックとの間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されており、共振導波路の他方の終端面と第3の誘電体ブロックとの間の電気長が $\lambda/4$ の奇数倍に設定されていることが好ましい。この場合にも、電磁波が伝送導波路から終端面に漏れるのを防止できる。

【0017】さらに、上記発明においては、第3の誘電体ブロックのフランジ部と第1の保持部材との間に設けられた第2のシール手段であって、終端面との間の電気長が $\lambda/4$ の偶数倍に設定された第2のシール手段と、第1及び第2の保持部材間に設けられた第3のシール手段とをさらに具備することが好ましい。この場合には、第1及び第2のシール手段により、ガス雰囲気と大気雰囲気が隔離されているため、一方のシール手段が破損した場合であっても、他方のシール手段によりシール性を維持できる。また、第3のシール手段により、第1及び第2の保持部材間の境界面でのガス漏れ・大気浸入を防止できる。

【0018】以上の発明においては、電磁波の一例としてマイクロ波を利用できる。

【0019】さらに、本発明のプラズマ処理装置は、上記発明の電磁波共振装置と、電磁波共振装置内に電磁波を導入するアンテナ手段と、共振した電磁波によりプラズマを発生し、プラズマを利用した基板表面処理が行われるプラズマチャンバとを具備する。

【0020】また、本発明の露光装置は、レーザを放射するレーザ光源と、レーザ光源から放射されたレーザを所望のパターンが形成されたレチクルに照明する照明光学系と、レチクルを透過してパターン化された光を基板上に結像させる投影光学系と、基板を保持して固定する手段とを具備しており、レーザ光源は、上記発明の電磁

波共振装置と、電磁波共振装置内に電磁波を導入するアンテナ手段と、共振した電磁波によりプラズマを発生し、プラズマを利用してレーザ光を励起するレーザチャンバと、レーザチャンバの前後でレーザ光を共振させる共振系とを具備する。

【0021】上記発明においては、レーザ光源としてエキシマレーザ光源を利用できる。

【0022】さらに、本発明のデバイス製造方法は、上記発明のプラズマ処理装置を用いて基板に表面処理を施す工程を含む。

【0023】また、本発明のデバイス製造方法は、上記*

$$Z_{in}/Z_0 = \{ (Z + Z_0 \tanh(\gamma L)) \} / \{ (Z_0 + Z \tanh(\gamma L)) \} \cdots (1)$$

ここで、

Z: 負荷のインピーダンス

Z₀: 分布定数回路の特性インピーダンス

γ: 伝播定数

L: 分布定数回路の長さ

を表わしている。

【0026】負荷が金属板である場合には、インピーダンスZが0であることから、入力インピーダンスZ

$$\beta L = (2N - 1)\pi/2 \text{ のとき、 } Z_{in} = \infty \cdots (3)$$

$$\beta L = 2N\pi/2 \text{ のとき、 } Z_{in} = 0 \cdots (4)$$

【0027】従って、数式(3)、(4)から分かるように、金属板で終端された分布定数回路を入力側から見たとき、その入力インピーダンスZ_{in}の値を0(短絡状★

$$L = N\pi/2 \beta = \lambda/2 \pi \cdot N\pi/2 = N\lambda/4 \cdots (5)$$

【0028】以上の考察から分かるように、金属板で終端された分布定数回路の長さを4分の1波長おきに変化させると、その分布定数回路に接続された部位のインピーダンスを0又は∞に設定できることとなる。ここで、接続部位のインピーダンスが0となると、電界が最小値をとる一方、電流は最大値をとる。一方、接続部位のインピーダンスが∞となると、電界が最大値をとる一方、電流は最小値をとる。

【0029】従って、金属板で終端された導波路内を伝播するマイクロ波の管内波長をλで表わすとき、導波路内の電界は、終端面から電気長がλ/4の奇数倍となる位置で最大値をとる一方、終端面から電気長がλ/4の偶数倍となる位置で最小値をとることとなる。また、導波路表面の電流は、終端面から電気長がλ/4の奇数倍となる位置で最小値をとる一方、終端面から電気長がλ/4の偶数倍となる位置で最大値をとることとなる。

【0030】次に、マイクロ波が誘電体内を伝播する際の誘電損失について説明する。一般的な誘電体内での誘電損失Pは、以下の数式(6)により与えられる。

$$P = \omega \epsilon E^2 \tan \delta / 2 \cdots (6)$$

ここで、

ε: 誘電体の誘電率

* 発明の露光装置を用いて基板に露光処理を施す工程を含む。

【0024】

【発明の実施形態】 先ず、金属板で終端された導波路内におけるマイクロ波の伝播特性について説明する。尚、導波路内におけるマイクロ波の伝播特性は3次元的であり極めて複雑であることから、本質的に等価な分布定数回路に代えて説明を進める。

【0025】負荷で終端された分布定数回路の入力インピーダンスZ_{in}は、以下の数式(1)により与えられる。

※ i_nは、γ = iβ (i: 虚数単位、β: 位相定数)と仮定すると、以下の数式(2)により与えられる。

$$Z_{in} = i Z_0 \tan(\beta L) \cdots (2)$$

数式(2)から分かるように、βLがπ/2の整数倍に等しい値をとる毎に、入力インピーダンスZ_{in}が0又は∞の値を交互にとることとなる。即ち、任意の自然数をNと表わすとき、

★ 態) 又は∞(開放状態)のいずれかに設定できることとなる。この場合の位相定数βを波長λで書き替えると、以下の数式(5)が導かれる。

$$L = N\pi/2 \beta = \lambda/2 \pi \cdot N\pi/2 = N\lambda/4 \cdots (5)$$

E: マイクロ波の電界強度

ω: マイクロ波の角周波数

δ: 損失角

を表わしている。

【0031】従って、数式(6)から分かるように、誘電体の誘電率ε、誘電体での損失係数tan δ、マイクロ波の電界強度Eを下げることにより、誘電体内での誘電損失Pを抑制できる。特に、誘電体内での誘電損失Pはマイクロ波の電界強度Eの2乗に比例することから、マイクロ波の電界強度Eを下げることにより、誘電体での誘電損失Pを最も効果的に抑制できることとなる。

【0032】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。先ず、図1を参照しながら、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、本発明の一実施形態に係るマイクロ波共振装置の概略構成を中心に示している。図1に示すマイクロ波共振装置10は、マイクロ波を利用してライン状のプラズマPを発生させる装置であり、誘電体ブロック11、12、13、導体を加工した保持部材14、15を備えている。このマイクロ波共振装置10は、例えば、プラズマを利用して基盤の表面処理を行うプラズマ処理装置や、プラズマを利用してレーザ光を得る露光装置の構成部品として利用される。

【0033】誘電体ブロック11は誘電体ブロック13の一面に接合しており、保持部材14に保持されている。一方、誘電体ブロック12は誘電体ブロック13の他面に接合しており、保持部材15に保持されている。誘電体ブロック13は、互いに接した保持部材14、15に挟み込まれて保持されている。

【0034】誘電体ブロック11、12は、誘電体ブロック13を挟んでマイクロ波の共振導波路（均一化線路）23を形成している。即ち、保持部材14を境にして上側の空間がガス雰囲気、下側の空間が大気雰囲気となっており、誘電体ブロック11が均一化線路23のガス雰囲気側の部分、誘電体ブロック12が均一化線路23大気雰囲気側の部分、誘電体ブロック13の一部が均一化線路23のガス雰囲気と大気雰囲気の境界部分となっている。尚、誘電体ブロック13の残りの部分は取り付け用のフランジ部となっている。均一化線路23のz軸方向の高さは、マイクロ波が均一化線路23内でz軸方向に伝播して共振するように、 $\lambda_g/2$ の整数倍（図1中では、 $\lambda_g/2$ の3倍）に設定されている。

【0035】均一化線路23の一方の終端面24にはスロット17が設けられており、一方、均一化線路23の他方の終端面25には複数個（図1中では、2個）のスロット18が設けられている。終端面24は保持部材14の一面の一部分、一方、終端面25は、保持部材15と接した保持部材16の一面の一部である。保持部材16内には、H面アンテナ19が各スロット18と繋がるように形成されている。このH面アンテナ19には、誘電体（例えば、アルミナ（比誘電率：9.8））が充填されている。

【0036】マイクロ波は、H面アンテナ19から各スロット18を通して均一化線路23内に導入される。均一化線路23内に導入されたマイクロ波は、x軸方向の波面を連続・均一に改変しながら伝播し、スロット17を介して、x軸方向に延びるライン状のプラズマPを発生させる。

【0037】保持部材15には、均一化線路23から漏洩するマイクロ波を終端する終端面26を決定するために、溝29が形成されている。この溝29は、マイクロ波を確実に終端するように、掘り込み、溶接・鋲付け等により形成されている。従って、溝29と繋がる貫通孔30を保持部材15に形成する場合には、マイクロ波のカットオフ条件を満たすように溝29を形成する必要がある。尚、貫通孔30については後述する。

【0038】そこで、本実施形態では、均一化線路23の側面と終端面26との間の電気長が $\lambda_g/4$ の偶数倍（図1中では、 $\lambda_g/4$ の4倍）となるように、溝29が保持部材15に形成されている。この場合、数式（3）から分かるように、終端面26側から見た分岐面27（破線）のインピーダンスが0となる。このとき、終端面26側から見て、分岐面27が短絡されていると

見なすことができる。従って、マイクロ波の電界強度が分岐面27で0となり、分岐面27が疑似金属板として働くことから、マイクロ波が均一化線路23から誘電体ブロック13のフランジ部へ漏れるのを抑制できる。

尚、分岐面27は、誘電体ブロック13において、均一化線路23を形成する部分と、フランジ部との境界面である。

【0039】また、本実施形態では、各終端面24、25と誘電体ブロック13の中心位置との間の電気長が $\lambda_g/4$ の奇数倍（図1中では、 $\lambda_g/4$ の3倍）に設定されている。このため、終端面24、25側から見た分岐面27でのインピーダンスが ∞ となる。このとき、終端面24、25側から見て、分岐面27が開放されていると見なすことができ、分岐面27周辺を流れる電流が0となる。従って、マイクロ波が均一化線路23から誘電体ブロック13のフランジ部に漏れるのを抑制できる。尚、マイクロ波の伝送に用いられるマイクロ波伝送装置の場合には、本段落の条件を考慮する必要はない。

【0040】保持部材14にはシール部材20が埋め込まれており、ガス雰囲気中のガスがシール部材20の設置位置で止められている。一方、保持部材15にはシール部材21が埋め込まれており、大気雰囲気中の大気がシール部材21の設置位置で止められている。尚、保持部材15にはシール部材22も埋め込まれており、大気雰囲気中の大気がシール部材22の設置位置でも止められている。

【0041】本発明では、シール部材20、21での微小粉塵・蒸発ガス発生、シール部材20、21の変形・硬化・破損を防止するために、マイクロ波の照射による誘電損失を確実に抑制する必要がある。そこで、本実施形態では、終端面26から電気長が $\lambda_g/4$ の偶数倍（図1中では、 $\lambda_g/4$ の2倍）となる位置に、シール部材20、21が設置されている。このため、終端面26側から見たシール部材20、21の設置位置のインピーダンスが0となる。このとき、終端面26側から見て、シール部材20、21の設置位置が短絡されていると見なすことができ、シール部材20、21に照射されるマイクロ波の電界強度が0となる。従って、シール部材20、21での誘電損失が0となり、シール部材20、21での微小粉塵・蒸発ガス発生、シール部材20、21の変形・硬化・破損を防止できる。

【0042】実際には、シール部材が有限の大きさを持つため、終端面26から電気長が $\lambda_g/4$ の偶数倍となる位置にシール部材20、21の全体を設置することは不可能である。このため、実用的には、この位置を基準とし、マイクロ波の電界分布を考慮してシール部材20、21を設置することにより、シール部材20、21の全体に亘り照射されるマイクロ波の電界強度を最小レベルまで抑制できる。従って、シール部材20、21での誘電損失を最小レベルまで抑制できる。

【0043】尚、シール部材20、21において、比誘電率と損失係数の積が低いことが好ましい。詳細には、シール部材20、21において、比誘電率と損失係数の値が 10^{-1} 以下であることが好ましく、 10^{-2} 以下であることがより好ましい。この場合には、数式(6)から分かるように、シール部材20、21での誘電損失の発生レベルをさらに-20~-30dB程度にまで引き下げることができる。尚、このような値を実現できる材質としては、例えば、ポリスチレン、フッ素ゴム、テフロン系ゴムが挙げられる

【0044】また、同時に、誘電体ブロック11~13の誘電損失も抑制する必要がある。従って、数式(6)から分かるように、誘電体ブロック11、12、13の材質としては、比給電率と損失係数の積が低くなる素材が好ましい。詳細には、誘電体ブロック11~13の材質としては、例えば、アルミナ、窒化アルミ、石英、テフロンが好ましい。ところで、各誘電体ブロックはマイクロ波の共振系の一部を形成することから、誘電体ブロック11~13がマイクロ波を吸収して温度が上昇する虞れがある。従って、特に、誘電体ブロック11~13の材質としては、熱伝導性の高い素材、例えば、アルミナ(熱伝導率:~30[W/m・K])、窒化アルミ(熱伝導率:~160[W/m・K])が一層好ましい。

【0045】尚、誘電体内を伝播しているマイクロ波の管内波長は、通常、誘電体の比誘電率の平方根に反比例する。このため、誘電体ブロックの材質により、誘電体ブロックのサイズが概ね決定されてしまう。従って、誘電体ブロックのサイズをコンパクトにする場合には、誘電体ブロックの材質に高誘電率の素材を選ぶ必要がある。

【0046】ところで、ガス雰囲気と大気雰囲気の隔離には、1個のシール部材でも十分にであるが、このシール部材が破損してしまうと、ガス雰囲気と大気雰囲気の隔離が失われてしまう。そこで、本実施形態では、2個のシール部材を用いて、ガス雰囲気と大気雰囲気を2重に隔離している。従って、仮に一方のシール部材がマイクロ波の照射等によって破損した場合でも、残りのシール部材がガス雰囲気と大気雰囲気を隔離することから、ガスが大気雰囲気に漏れたり、大気が大気雰囲気に侵入するのを防止できる。

【0047】本実施形態のように複数の誘電体ブロックを保持するには、実用上、複数の保持部材を必要とする。従って、保持部材20、21の境界面28がマイクロ波の漏洩路となる虞れがある。この境界面28からマイクロ波が漏洩するのを防止する対策として、自由空間でのマイクロ波の波長よりも十分に短いピッチ(例えば、自由空間でのマイクロ波の4分の1波長以下のピッチ)で導体ネジをシール部材22より大気側に設置して、境界面28に遮蔽効果を持たすことが考えられる。

しかしながら、この場合には、導体ネジの締め具合により終端面(導体ネジ設置面若しくは保持部材20及び21の電気的な接触部)が変化してしまい、安定した性能を得られないなどの弊害を招く虞れがある。

【0048】そこで、本実施形態では、終端面26から電気長が $\lambda_g/4$ の奇数倍(図1中では、 $\lambda_g/4$)となる位置に境界面28が設置されている。このため、終端面26側から見た境界面28のインピーダンスが ∞ となる。このとき、終端面26側から見て、境界面28は開放されていると見なすことができ、境界面28周辺を流れる電流が最小となる。従って、マイクロ波が境界面28に沿って漏れるのを抑制できる。

【0049】ここで、図2を参照しながら、保持部材15の溝29の形状のバリエーションについて説明する。これまでは、均一化線路23の短端辺方向(y軸方向)に対する溝29の形状を説明してきた。しかしながら、均一化線路23の長端辺方向(x軸方向)に対して誘電体ブロック13を考慮すると、均一化線路23の3次元的な導波特性により、溝29の形状に対して幾つかのバリエーションが考えられる。

【0050】均一化線路23の長端辺方向(x軸方向)に対する溝29の形状を、短端辺方向(y軸方向)と同様に考えた場合、溝29の形状は、例えば、(a)、(b)のようになる。即ち、均一化線路23の全側面に対して溝29が設けられている。溝29は一般に掘り込みで形成される。このため、溝29の四隅等を精度良く加工することは難しい。従って、(a)に示す形状は、溝29の四隅が丸くなっているため、(b)に示す形状に比べて加工し易い。

【0051】ところで、適正に設計された均一化線路23内を伝播するマイクロ波のモードは基本的に TE_{10} モードに近い。このため、均一化線路23の短端面(x軸に垂直な面)をz軸方向に横切る電流はないことから、マイクロ波のx軸方向に対する漏洩は起こり難い。従って、溝29をy軸方向に対して設けることは必ずしも必要でない。

【0052】そこで、このような場合には、溝29の形状は、例えば、(c)、(d)のようになる。(d)では、保持部材15の、均一化線路23のx軸方向に対して同じ幅となる部位に、溝29が形成されている。従って、(d)に示す形状は、(c)に示す形状に溝29を形成した後、その溝29のx軸方向に対する両端部に金属片等を埋めることで実現でき、(c)よりも精度の高い加工を行うことができる。いずれにせよ、誘電体ブロック13内でのマイクロ波の伝播特性を考慮して溝29の形状を選ぶことにより、マイクロ波の漏洩が発生し難い構造を実現できる。

【0053】尚、x軸方向に対して、誘電体ブロック13の端部と均一化線路の端部とが一致していないのは、両者の間にシール部材20、21が設置されるためであ

る。従って、誘電体ブロック13と均一化線路23の間隔が特定の値に等しくなると、マイクロ波の共振を起こして良好な漏洩防止効果を得ることができない場合がある。この場合には、上述の議論を適用して、両者の間隔を決定すれば良い。

【0054】次に、本実施形態の具体例について説明する。尚、以下の諸数値は一例であって、本発明の範囲内で様々な値に変更することができる。

【0055】この具体例では、マグネトロン（マイクロ波発生器の一種）で発生したマイクロ波（2.45GHz）をH面アンテナ19に導入した。H面アンテナ19にマイクロ波を導入するための導波管の断面半径を100mm×50mmに設定した。この導波管内をマイクロ波がTE₁₀モードで伝播する。尚、負荷であるプラズマとの整合を取るために、電源保護用のアイソレータを介してチューナを設置した。

【0056】H面アンテナ19内にアルミナ（比誘電率：9.8）を充填した。従って、H面アンテナ19にマイクロ波を導入するための導波管のサイズと、H面アンテナ19内に充填されているアルミナの比誘電率とを考慮して、H面アンテナ19の導波管内径を32mm×16mmに設定した。尚、この具体例では導波管を縦横等倍で縮尺したが、導波管を縦横変倍で縮尺しても良い。また、200mmウエハ用のライン状プラズマ処理装置に対応するように、H面アンテナ19のx軸方向の内径を、マイクロ波の管内波長の5倍に等しい247mmに設定した。

【0057】誘電体ブロック11、12の材質には窒化アルミ（比誘電率：8.8）を選び、均一化線路23のサイズを248.4mm（x軸方向）×20.7mm（y軸方向）×62.1mm（z軸方向）に設定した。誘電体ブロック13の材質には窒化アルミ（比誘電率：8.8）を選んで、耐圧 5×10^5 Pa以上を確保し、誘電体ブロック13のz軸方向の厚さを5mmに設定した。このため、自由空間波長近似で考えると、誘電体ブロック13内を伝播するマイクロ波の4分の1管内波長は10.35mmとなる。

【0058】従って、終端面26と分岐面27の電気長を10.35mmと設定した。また、終端面26と各シール部材20、21の電気長を20.70mmと設定した。さらに、各終端面24、25と分岐面27との電気長を41.4mmと設定した。尚、貫通孔29の形状には円柱状を選び、より確実なカットオフを実現するため、自由空間でのマイクロ波の8分の1波長よりも小さい、φ3mmに設定した。

【0059】このように設計したマイクロ波共振装置10とH面アンテナ19とを200mmウエハ用プラズマ処理装置に含めてウエハの表面処理を行ったところ、マイクロ波の照射によるシール部材20、21の破損に起因するリーク発生・ガス汚染等は発生しなかった。ま

た、真空引き中の排気特性が従来に比べて改善され、デッドスペースが削減されるという効果が確認された。さらに、定格以上の大電力マイクロ波パルスを誘電体ブロック13内に強制的に伝播させたところ、シール部材20、21の破損が生じたが、貫通孔30に繋がる監視系がシール部材20、21の破損による圧力上昇を検出して、各種装置を緊急停止することが確認された。

【0060】尚、これらのことは、200mmウエハ用のライン状プラズマ処理装置と基本的原理が同じである300mmウエハ用プラズマ処理装置、フラットパネル用プラズマ処理装置に対応させた場合にも確認することができた。

【0061】従って、本実施形態によれば、デッドスペースを小さくできると共に、構造を簡単にできる。また、シール部材を電磁波から保護してシール部材での誘電損失を抑制できるので、シール部材での微小粉塵・蒸発ガスの発生、シール部材の変形・硬化・破損を防止できる。

【0062】尚、本実施形態ではマイクロ波共振装置について説明したが、マイクロ波を送送するマイクロ波伝送装置に本実施形態を適用することによっても、本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0063】次に、図3を参照しながら、本発明の第2の実施形態について説明する。尚、以下、図1と共通の要素には同じ符号を付して説明を省略する。図3は、マイクロ波の発生からプラズマを利用した基板表面処理に至る装置群を示すブロック図を示している。図3に示すプラズマ処理装置40は、H面アンテナ19、マイクロ波共振装置10、プラズマチャンバ41を含んでいる。このプラズマ処理装置40は、例えば、プラズマCVD装置やプラズマPVD装置として利用される。

【0064】マイクロ波発生器（例えば、マグネトロン、クライストロン、ジャイロトロン）42で発生したマイクロ波は、導波管43、整合器44、導波管45を通して、H面アンテナ19内に導入される。プラズマが負荷である場合には、通常、プラズマの変動に伴いマイクロ波の負荷変動が発生する。そこで、本実施形態では、整合器44（例えば、3スタブチューナ、E-Hチューナ、4Eチューナ）が用いられている。

【0065】H面アンテナ19内に到達したマイクロ波は、マイクロ波共振装置10内に導入されて共振した後、さらに、プラズマチャンバ41内に導入されてプラズマを発生させる。このプラズマを利用して、プラズマチャンバ41内に設置された基板（図示せず）に表面処理（例えば、プラズマ酸化、窒化）が施される。

【0066】従って、本実施形態によれば、第1の実施形態のマイクロ波共振装置10を含んでいることから、大気圧近辺での高密度プラズマに加え、マイクロ波に照射されるという過酷な環境下でも、シール部材20、21（図1参照）から微細粉塵・蒸発ガス分が発生した

り、シール部材20、21が変形・硬化・破損するのが防止される。このため、プラズマチャンバ41内のガスは、不純物に汚染されることなく高純度に保たれる。従って、プラズマ処理装置40の耐久性・安全性を向上できると共に、長寿命化を図ることができ、高速・高品質な基板表面処理（例えば、基板上への成膜）を実現できる。

【0067】次に、図4及び図5を参照しながら、本発明の第3の実施形態について説明する。図4は、マイクロ波を利用してレーザを励起し放射するレーザ光源の概略構成を示している。図5は、図4のレーザ光源を含んだ露光装置の概略構成を示している。図5に示す露光装置50は、レーザ光源51、ミラー52、照明光学系53、マスクステージ54、投影光学系55、ウエハチャック56、ウエハステージ57を含んでいる。この露光装置50は、例えば、ステッパやスキャナとして利用される。

【0068】図4に示すように、レーザ光源51は、H面アンテナ19、マイクロ波共振装置10、レーザチャンバ58、部分反射鏡59、全反射鏡60を備えている。このレーザ光源51は、エキシマレーザ光（例えば、KrFレーザ光、ArFレーザ光、F2レーザ光）を放射する光源として利用される。

【0069】レーザ光源51では、H面アンテナ19内に到達したマイクロ波が、マイクロ波共振装置10内に導入されて共振した後、さらに、レーザチャンバ58内に導入される。このとき、レーザチャンバ58内には、プラズマPが発生している。このプラズマPにマイクロ波が照射されることにより、プラズマPの構成粒子が励起し、さらに、励起した粒子が光学的遷移してレーザ光Lが発生させる。

【0070】図5に示すように、レーザ光源51から放射されたレーザ光は、ミラー42を経た後に照明光学系53に導入され、レチクル61上に形成された所定の回路パターンを透過する。レチクル61によりパターン化された光は投影光学系55を介して縮小され、ウエハ62上に結像する。ウエハ62はウエハチャック56上に吸着保持されており、ウエハチャック56は稼働機構（図示せず）を有するウエハステージ57上に固定されている。

【0071】尚、本実施形態では透過型のレチクルを利用しているが、反射型のレチクルを利用しても良い。また、本実施形態では縮小投影型の投影光学系を利用しているが、等倍投影型の投影光学系を利用しても良い。

【0072】レーザを発振する方式としては、パルス発振方式と連続発振方式が知られている。特に、連続発振方式は、狭帯域化・露光量制御が容易、パルス同期制御が不要、レーザによるレンズ等の光学系の損傷が極めて少ない一方、パルス発振方式以上に不純物に対して敏感である。

【0073】しかしながら、レーザ光源51は、マイクロ波共振装置10を備えているため、レーザチャンバ58内のレーザガスが不純物に汚染されるのを抑制でき、レーザガスを高純度に保つことができる。このため、レーザ光源51が連続発振方式を採用している場合には、出力光強度の短期的揺らぎ・経時変化を抑えることができる。同様に、レーザ光源51がパルス発振方式を採用している場合にも、レーザガス中の不純物の変化によるレーザ出力の揺らぎを抑えることができ、安定したレーザ出力を行うことができる。

【0074】また、第1の実施形態で説明したように、マイクロ波共振装置10のシール部材20、21（図1参照）が破損した際、この破損を確実・安全に検出できるため、長い寿命を有するレーザ出力を実現することができる。

【0075】従って、本実施形態によれば、このようなレーザ光源51を含めた露光装置50では、露光制御を簡単にすることができ、低コスト・長寿命を実現することができる。特に、レーザ光源51が連続発振方式を採用している場合には、パルス同期制御が不要であると共に光学系を縮小できることから、制御系・光学系を一層簡単にすることができると共に、コストの一層の削減を図ることができる。

【0076】尚、本実施形態の露光装置には屈折光学系・反射光学系のいずれの光学系も適用可能であるが、特に、狭帯域化が必要な屈折光学系に適用することにより、本実施形態の効果を高く実現することができる。

【0077】次に、図6を参照しながら、第2の実施形態のプラズマ処理装置と、本実施形態の露光装置とを用いたデバイス製造方法について説明する。まず、ステップS10において、製作基板（例えば、ウエハ、ガラス基板）を製作する。一方、このステップS10と並行して、回路もしくは形状設計を行い（ステップS11）、ステップS11に基づきレチクル製作を行う（ステップS12）。

【0078】次に、ステップS13において、プラズマ処理装置、露光装置、現像装置、エッチング装置、アニール装置等を用いて、デバイス（例えば、IC、LSI、CCD、FDP、マイクロマシン）を作成する。このステップS13の後、アセンブリ（後工程）として、切断、ボンディング、パッケージング、ケーシング等を行い（ステップS14）、さらに、製品検査を行う（ステップS15）。そして、製品が出荷されることとなる。

【0079】ここで、デバイス作成プロセス（前工程）の内容を詳細に説明する。デバイス作成プロセスは以下のプロセスを含んでいる。

1. 熱処理炉若しくはプラズマ処理装置を用いて、基板

の酸化・窒化を行うプロセス。

2. 各種原料ガスを用い、熱又はプラズマにより基板表面に化学気相を成長させて成膜するCVDプロセス。

3. 熱又はプラズマを用いて基板表面に成膜するPVDプロセス。

4. 電離させたイオンを基板に照射して打ち込むイオン注入プロセス。

5. 基板上にレジストを形成するプロセス。

6. 基板上のレジストに露光処理を施すプロセス。

7. 基板上のレジストに現像処理を施すプロセス。

8. 現像処理済みの基板にエッチング処理を施すプロセス。

9. エッチング処理済みの基板からレジストを除去するプロセス。

これらのプロセス1～9は、作成されるデバイスの種類等に応じた順序に則して実行されることとなる。本実施形態では、プロセス1、2、9で第2の実施形態のプラズマ処理装置が用いられ、また、プロセス6で本実施形態の露光装置が用いられている。尚、デバイス作成プロセスには、プロセス1～9の他に、基板の洗浄やアニール等のプロセスを加えることがある。

【0080】従って、半導体生産のように装置の故障が生産ライン全体に影響を及ぼしてしまう場合、図6のデバイス作成プロセスを行うことにより、装置の故障回数を少なくなるため、デバイスの生産工程が改善されて生産性を向上することができる。

【0081】尚、第1の実施形態から第3の実施形態に亘りマイクロ波に限定して説明してきたが、マイクロ波以外の電磁波に対して第1の実施形態乃至第3の実施形態を適用することにより、同様の効果を得ることができる。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、デッドスペースが小さく、装置の構造が簡単であると共に、マイクロ波からシール部材を電磁波から保護してシール部材の変形・硬化・破損を防止できる。また、高纯净性を実現すると共に耐久性・安全性が向上したプラズマ処理装置、露光装置を提供できる。さらに、デバイスの生産工程が改善されて生産性が向上したデバイス製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

*

*【図1】本発明の一実施形態に係るマイクロ波共振装置の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図2】図1の溝の形状のバリエーションについて説明するための断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係り、マイクロ波の発生からプラズマを利用した基板表面処理に至る諸装置を示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るレーザ光源の概略構成を示す模式図である。

10 【図5】図4のレーザ光源を含んだ露光装置の概略構成を示す模式図である。

【図6】図3のプラズマ処理装置と図5の露光装置とを用いたデバイス製造方法を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

10 マイクロ波共振装置

11～13 誘電体ブロック

14～16 保持部材

19 H面アンテナ

20～22 シール部材

23 共振導波路（均一化線路）

24～26 終端面

27 分岐面

28 境界面

29 溝

30 貫通孔

40 プラズマ処理装置

41 プラズマチャンバ

42 マイクロ波発生器

50 露光装置

51 レーザ光源

53 照明光学系

55 投影光学系

56 ウエハチャック

57 ウエハステージ

58 レーザチャンバ

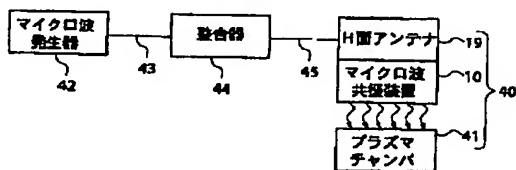
59 部分反射鏡

60 全反射鏡

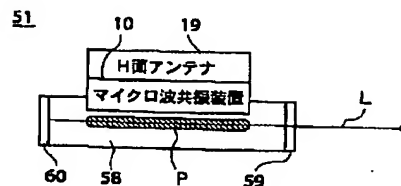
61 レチクル

62 ウエハ

【図3】



【図4】



【図1】

